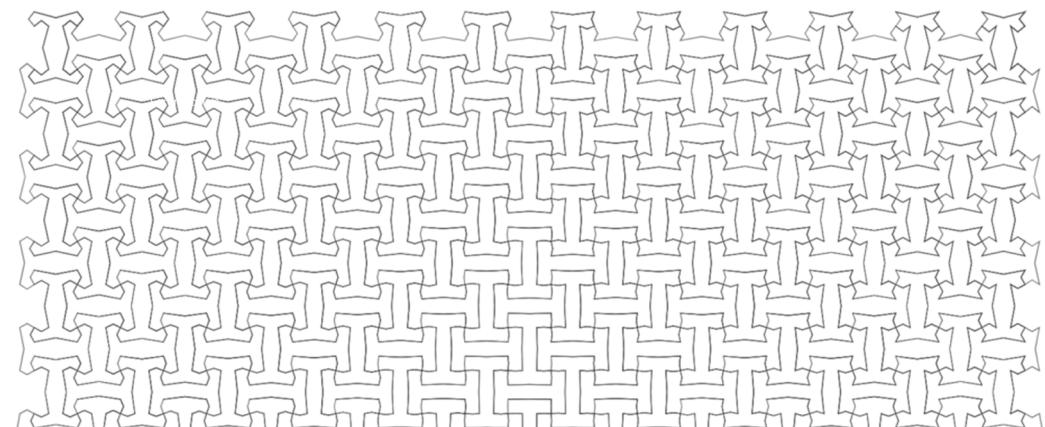
Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di *Parquet Deformations*

Giorgio Buratti

Abstract

La *Parquet Deformations* è un esercizio paradigmatico, introdotto da William Huff alla scuola di Ulm negli anni Sessanta, con lo scopo di migliorare l'attitudine degli studenti ad indagare la dimensione configurativa dello spazio tramite la trasformazione sequenziale dei modelli. Questo scritto propone una lettura multilivello dell'esercizio a partire dal *background* storico, teorico e artistico per inquadrarlo successivamente in una prospettiva di sperimentazione computazionale. L'obbiettivo è evidenziare la valenza pedagogica dell'esercitazione e come strumento del pensiero progettuale e come dispositivo utile alla contemporaneità del disegno, caratterizzata sempre più da scenari applicativi fortemente specializzati quali animazione e ambienti virtuali interattivi che prevedono una dimensione temporale.

Parole chiave
Parquet Deformations, geometria sintetica, geometria analitica, Huff

I at the centre, esempio di *Parquet Deformations* di David Oleson, studente della Carnagie Mellon Univerity, 1964.

doi.org/10.3280/oa-1016-c285

"What Huff teaches is the introduction to discipline underlying shapes and rhythms, which touch the art of sight, the art of sound and the art of structure" [Louis Kahn].

Introduzione

La didattica del disegno per il progetto è da sempre finalizzata allo sviluppo delle capacità che permettono di formalizzare un problema mediante l'utilizzo di segni, per poi analizzarne gli aspetti salienti ed identificare le proprietà risolutive necessarie. L'attitudine degli studenti ad indagare la dimensione configurativa dello spazio, svelandone i sistemi relazionali, fenomenici e semantici è stata allenata nei decenni attraverso esercizi grafici che riflettono le manifestazioni teoriche di un determinato periodo. Negli anni alcune esercitazioni (e quindi alcuni punti focali disciplinari) sono decadute a favore di nuove pratiche, in un continuo adattamento alle circostanze e agli sviluppi del contesto storico. Gli esercizi grafici noti come *Parquet Deformations* sono un'interessante eccezione di paradigma formativo capace di mantenere inalterata nel tempo la propria validità didattica, offrendo a tutt'oggi continui nuclei di riflessione grazie alla reciproca fecondazione con la modellazione algoritmica.
La denominazione si deve a W. Huff [1], docente presso la HfG di Ulm [Huff 1965, pp. 12,13, 25-38] [2], che ripropone ai suoi studenti un'esercitazione svolta a suo tempo come allievo del *Grundkurs* tenuto da Maldonado. Nel palinsesto degli esercizi Maldonado proponeva anche lo studio delle tassellazioni planari, approfondendo la ripartizione continua della superficie attraverso strutture modulari e simmetriche ordinate secondo principi regolatori. Huff però declina in modo del tutto autonomo e originale il tema, affiancando alle regole di reiterazione il concetto di transizione spaziale, ottenuta evolvendo i tasselli lungo una o più dimensioni. Le *Parquet Deformations* sono state disegnate a mano in corsi di Architettura e Design europei e americani, per più di trent'anni [3], coniugando gli aspetti sintattico-strutturali dell'investigazione formale a quelli estetico percettivi.
Al di là dell'importanza didattica, questi studi dimostrano il potenziale del disegno nella sua valenza di 'programma' (dal latino programma -*mătis*, 'scrivere prima') capace di definire il percorso necessario a raggiungere un determinato obiettivo progettuale, a partire dalle condizioni al contorno sino all'organizzazione delle attività da intraprendere. La geometria è qui utilizzata come codice morfogenetico che, sviluppandosi, genera ed induce l'invenzione della forma dello spazio, premessa operativa di un atto progettuale consapevole e apice dell'evoluzione bauhausiana del disegno, che della libera sperimentazione di estrazione artistica progredisce a una più precisa definizione degli elementi, delle regole e degli obiettivi, enfatizzati secondo la declinazione operazionista di Maldonado [4]. Fu infatti quest'ultimo a volere ad Ulm l'innesto sistematico di materie scientifiche nella determinazione dei processi morfogenetici e compositivi tramite l'introduzione nel programma didattico di alcune discipline allora in fase emergente: la cibernetica, la teoria dell'informazione, la teoria dei giochi, la teoria dei sistemi, la semiotica. Per il *Grundlehre* (corso di *Basic Design*) quest'introduzione disciplinare comporta lo studio delle Teorie della simmetria (che per Huff sarà fondamentalmente Singenometria), [Bonsiepe 1983] [5] del calcolo combinatorio e dei frattali, della Percettologia e *Gestaltpsychologie*. L'apporto di queste conoscenze evolve la struttura logica alla base del disegno che assumerà sempre più il ruolo di strumento di ricerca del nesso causale che intercorre tra problema e soluzione, secondo un innovativo approccio *problem solving* che diverrà negli anni successivi un punto di riferimento essenziale per molte scuole di Architettura e Design.

Riferimenti storici

Nonostante il fascino delle esercitazioni proposte da Huff e la potenzialità espressiva del metodo di investigazione geometrica proposto, le *Parquet Deformations* non hanno avuto storicamente particolare fortuna critica. È pur vero che importanti antefatti metodologici

sono rinvenibili nella trattatistica di fine Ottocento, ad opera di W. Crane, L. F. Day, E. Grasse [Crane 1914, Day 1915, pp. 29-40] [6] che, in un contesto industriale e manufatturiero, studiano gli ornamenti tradizionali arabi ed orientali nella necessità di sistematizzare la decorazione per tessuti e tappezzerie. Se poi si approfondisce il concetto di transizione e trasformazione si può risalire all'inizio del XVI secolo, agli studi sulla fisiognomica di Durer che nel *Vier Bücher von Menschlicher proportion* introduce le griglie di deformazione come metodo di controllo con il quale articolare una nozione relativista di bellezza basata sulla variazione. Queste ricerche ispireranno d'Arcy Thompson che nel celebre *On growth and form* riprenderà le griglie di deformazione referenziale come strumento con cui analizzare, attraverso precisi parametri, i legami formali tra le diverse specie animali [Thompson 1945, pp. 1026–1095] [7]. Riferimenti visivi, se non metodologici, sono evidenti anche in alcune esperienze artistiche coeve. Il legame più palese è con le opere di Mauritus Escher, in particolare *Metamorfosi* e *Il giorno e la notte*, ma non bisogna dimenticare che la transizione e la trasformazione del modulo era anche uno dei temi fondanti del movimento artistico Op-Art, strettamente legato alla scuola del Bauhaus. Pur ammettendo queste influenze è da evidenziare l'autonomia della ricerca di Huff condotta non solo per finalità estetiche, ma soprattutto per sperimentare un nuovo atteggiamento sistemico e metodologico, propedeutico allo studio del disegno inteso come atto del configurare che si distingue dal momento del raffigurare. Da questo punto di vista, escluso l'importante lavoro di Douglas Hofstadter [Hofstadter 1983, pp. 191-199], che descrive e commenta il processo generativo, l'introduzione della dimensione temporale e la natura emergente delle *Parquet Deformations*, non risultano pubblicazioni o studi accademici degni di nota sino alla fine del millennio. È interessante notare come, dopo la pubblicazione di Hofstadter, la rediviva attenzione sia inizialmente di settori della matematica e dell'informatica quali la teoria della computazione e l'ottimizzazione combinatoria [Subramanian et al. 1989, pp. 333-351; Krithivasan, Das 1984, pp. 188-201]. È quindi grazie all'avvento della geometria computazionale, che si avvale di algoritmi e strutture di dati atti a risolvere problemi di natura geometrica tramite il computer, che lo studio della *Parquet Deformations* ritorna in auge. A partire dal nuovo millennio C. Kaplan [8] approfondisce i principi matematici delle deformazioni dei modelli nella sua tesi di laurea e in numerose pubblicazioni successive, J. Sharp [9] sviluppa un percorso di ricerca parallelo che chiamerà *Morphing Tilings*. Grazie all'accresciuto livello di alfabetizzazione informatica di progettisti e ricercatori delle discipline del progetto, che li ha portati ad indagare i processi che sottendono il funzionamento dell'elaboratore, l'interesse per le transizioni geometriche si è rinnovato anche in ambito progettuale, tornando ad essere un tema di ricerca importante, capace di promuovere quei processi di transdisciplinarietà necessari all'evoluzione della didattica del disegno.

Parquet Deformations e approccio computazionale

Le *Parquet Deformations* sono un esercizio di progettazione basato sulla transizione di una tassellazione planare tramite la trasformazione del modulo di base. Da un punto di vista geometrico una tassellazione è una composizione di una o più un'unità di base dette 'tasselli' (ma anche 'tessere' o 'piastrelle') replicabili all'infinito che, avendo in comune un vertice ed un lato, hanno la proprietà di ricoprire una superficie senza produrre lacune o sovrapposizioni. Condizione necessaria, quindi, è che il tassello sia una forma del piano euclideo, poligonale o curvilinea, topologicamente chiusa. Nei suoi esercizi Huff richiedeva il rispetto di due regole fondamentali:

- La trasformazione deve seguire un solo asse cartesiano, ad evidenziare la progressione temporale della transizione.
- Il *pattern* deve sempre corrispondere ad una tassellazione regolare (quindi caratterizzate da simmetria periodica per le quali esistono almeno due traslazioni lineari indipendenti) in ogni punto della transizione. Solitamente le strutture suggerite per l'esercizio erano monoedrali (il modulo di base ha sempre stessa forma e dimensione).

Nel corso delle sue ricerche, inoltre, Huff approfondisce gli elementi strutturali e morfologici delle *Parquete deformation* distinguendoli in:

- *Lattice* [10], la struttura che regola la transizione.
- *Prototile*. L'unità di base del *lattice* che genera tutte le variazioni del *Parquete.*
- Famiglia di *Parquete* le diverse varianti del *prototile* di base che caratterizzano la transizione.

Questa tassonomia [Huff 1979, pp. 30-33] aiuta a spiegare alcune proprietà delle *Parquet Deformations*, ma non è sufficiente a descrivere univocamente nessun caso esaminato in questo articolo. È possibile, ad esempio, definire l'esercizio '*Crossover*' (fig. 1), disegnato dallo studente Richard Long nel 1963, come una deformazione poligonale di un singolo *prototile* che genera una famiglia di *Parquet* di 14 elementi, basata su un *lattice* monoedrale quadrato e caratterizzata da una doppia variazione orizzontale (o lungo l'asse x). Pur definendo compiutamente l'esercitazione considerata, esiste un numero illimitato di varianti che potrebbero rientrare in questa stessa definizione. Huff d'altronde non ha mai fornito ulteriori metodi o strategie di risoluzione dell'esercitazione, lasciando allo studente il compito di risolvere in autonomia il problema. Solo recentemente alcuni ricercatori afferenti alle discipline del progetto [Tuğrul Yazar 2017; Van Hoeydonck 2022] si sono uniti agli studi di Kaplan nel tentativo di classificare le *Parquet Deformations*, non per le qualità intrinseche, ma per l'algoritmo generativo. Sono così distinguibili:

Algoritmi basati sulla geometria sintetica

Sebbene lo studio contemporaneo della geometria sia principalmente orientato su metodi analitici, nella convinzione che con metodi sintetici si possano ottenere solo risultati elementari, in un contesto computazionale l'utilizzo di strumenti ideali di disegno quali il regolo e il compasso, associati ad argomentazioni di natura logica, può dimostrarsi un metodo versatile ed efficiente. Le misure non sono ottenute numericamente, ma tramite 'movimenti del compasso' che, associati agli assiomi della geometria euclidea, mettono in relazione ogni fase della costruzione con quella precedente, descrivendo l'intero processo in un algoritmo sequenziale.

Algoritmi basati sulla geometria analitica

Questo metodo sfrutta le coordinate cartesiane per definire il singolo *prototile* successivamente riproposto sulla base del *lattice*. L'evoluzione formale sequenziale è controllata mediante un'operazione algebrica o tramite suddivisione di intervalli numerici. Possono naturalmente essere sfruttati anche altri modelli matematici, come i campi scalari e vettoriali, ma sostanzialmente l'uso della geometria analitica prevede l'utilizzo delle proprietà matematiche e della distanza tra punti o curve o superfici per gestire la transizione.

Algoritmi ibridi

Sfruttano in maniera flessibile regole e principi derivanti dai due approcci precedenti, unificandoli attraverso l'informatica. È probabilmente il metodo d'analisi più potente poiché mostra una maggior affinità con i meccanismi mentali di indagine e comprensione del mondo fisico, basati soprattutto su aspetti di natura logica. Questi algoritmi non presentano un flus-

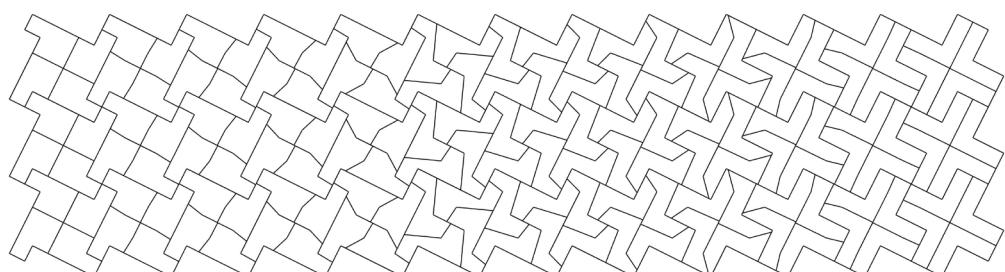



Fig. 1. *Crossover*, disegnato a mano da Richard Long nel 1963. Ridisegnato algoritmicamente dall'autore.

so lineare di dati, ma son caratterizzati da punti in cui sono possibili delle alternative, risolte attraverso operatori logici booleani. Agendo direttamente sui dati è possibile estendere determinate operazioni di modellazione o di trasformazione soltanto ad alcuni elementi della transizione.
La ricostruzione algoritmica di *Crossover* qui presentata (fig. 2) sfrutta quest'ultimo metodo. Questa transizione presenta un certo grado di difficoltà poiché non basata su componenti poligonali [11], ma generata da una sequenza di variazioni di punti e, conseguentemente, linee. La logica organizzativa dell'algoritmo deve pertanto prevedere tutte le posizioni di punti e le variazioni angolari, sfruttando le formule trigonometriche del triangolo rettangolo, raccolte in alberi di dati appropriati e creati alla fine di ottenere l'intera trasformazione. Queste informazioni sono solitamente invisibili all'utente del software, nascosti nel codice eseguibile che struttura il programma, ma è proprio la possibilità di visualizzazione e modifica offerta da Grasshopper a permettere il controllo della considerevole quantità di punti che risolve l'esercizio.

Conclusioni

Le sperimentazioni proposte in questo articolo (fig. 3) mostrano come le *Parquet Deformations* possano ancora essere un valido strumento didattico, capace di promuovere l'esplorazione della forma attraverso la geometria e il disegno, introducendo gli studenti ai concetti di evoluzione, emergenza e sistema.
L'esperienza di Huff dimostra come i principi computazionali trascendano l'utilizzo del computer, ma corrispondano a quelle categorie del pensiero necessarie a riconoscere le leggi e le relazioni fondamentali che strutturano il mondo reale, provando come ordine e creatività non siano opposti ma reciproci. La capacità di distinguere in rapporti di causa ed effetto i vincoli all'interno dei quali agire, da superare con la propria azione creativa, è d'altronde la sfida intrinseca di qualsiasi attività progettuale. La base geometrica delle *Parquet Deformations* e delle loro transizioni ne facilità l'integrazione nei processi di progettazione e ottimizzazione algoritmica necessari all' uso ottimale dell'elaboratore. Pur appartenendo ad una generazione che ha convissuto sin dalla nascita con le applicazioni informatiche, cresciuta con il linguaggio del *gaming* e dei *social network*, non è automatico che lo studente capisca i processi che soggiacciono agli applicativi usati quotidianamente. Disegnare le *Parquet Deformations* prima a mano e poi al computer induce a sviluppare processi coerenti, attraverso un percorso che porta l'allievo da essere utilizzatore 'passivo' della tecnologia a soggetto consapevole, dotato di autonomia critica. L'approccio computazionale conduce inoltre la ricerca cominciata da Huff ad esplorare livelli di complessità prima inattaccabili (fig. 4). Il collegamento diretto tra analisi quantitativa e risultato grafico, unitamente alla coerenza e alla precisione ammessa, promuove la visione della complessità in termini di coerenza, tramite la creazione di *pattern* sempre più sofisticati e utilizzabili a diverse scale operative.
Al di là dell'articolazione formale [Yazar 2022; Mottaghi, Khameneh 2022] [12], il metodo qui utilizzato è estendibile ad altri livelli progettuali "rendendo possibile elaborare simultaneamente diversi modelli (*pattern*) come quello sociale, economico, culturale, formale, ecc. e le loro modificazioni con la precisione desiderata" [Garcia 2009, pp. 6-17] [13].
Le *Parquet Deformations* sono inoltre uno dei rari casi nel campo del disegno condotto a mano, capaci di catturare una progressione temporale, in una dimensione dinamica che produce nell'osservatore l'impressione di un flusso in movimento. Lo stesso Huff parla di 'musica visuale': nel discutere i risultati con gli studenti, il ricercatore nota come siano prevalentemente utilizzati termini riferibili alla composizione di opere musicali quali ritmo, ripetizioni, intervalli, fughe e transizioni [14] rendendosi conto che "queste sono principalmente composizioni temporali e non spaziali" [15]. L'irruzione della dimensione temporale nel disegno e nella rappresentazione è oggi amplificata da scenari applicativi fortemente specializzati quali animazioni e ambienti virtuali interattivi, spesso non approfonditi da una generale riflessione critica sui sistemi e sugli esiti. Questi "sistemi comunicativi in continua evoluzione" [Cirafici 2012] richiedono inevitabilmente l'estensione dei confini di un ambito disciplinare

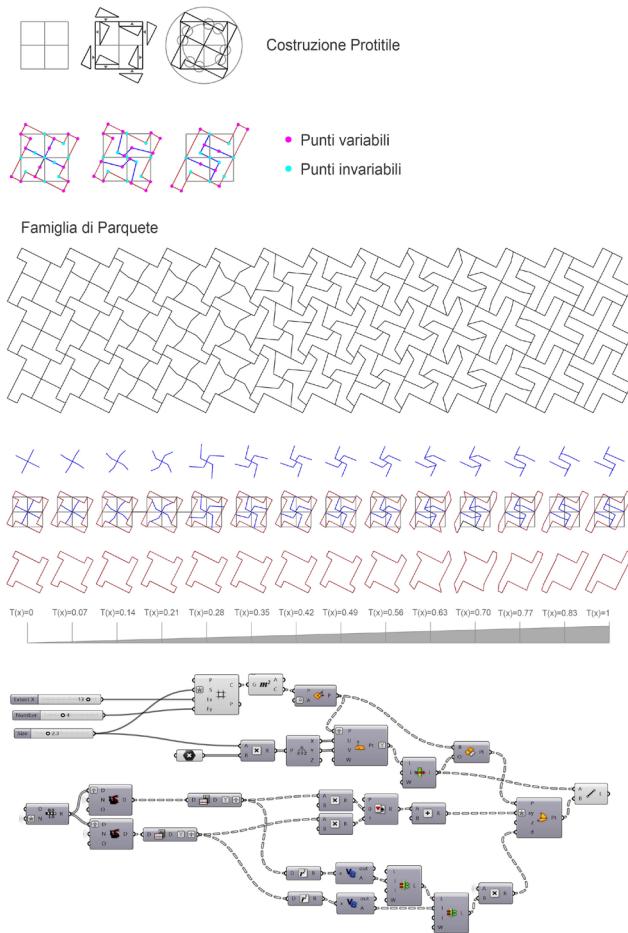



Fig. 2. Generazione algoritmica della *Parquet Deformations Crossover*. Elaborazione grafica dell'autore, algoritmo rielaborato da Yazar Tuğrul.

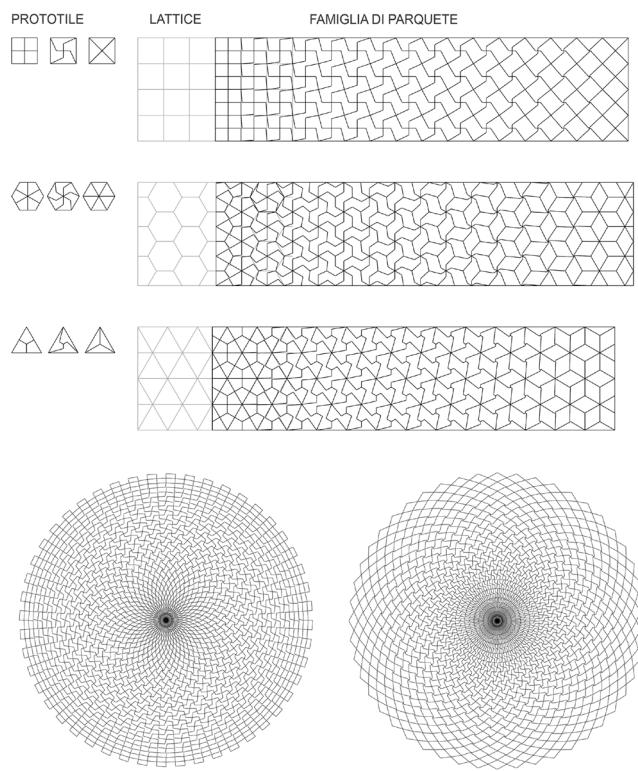



Fig. 3. La stessa definizione algoritmica dà origine a configurazioni differenti attraverso la modifica dei parametri di base. Seguendo le regole di Huff partendo dallo stesso prototile si possono ottenere transizioni differenti su *lattice* a base quadrata, esagonale o triangolare. In basso, lo stesso schema su un'inedita griglia radiale che, convergendo in un punto richiede la ripetizione nei due versi della transizione. Elaborazione grafica e algoritmo dell'autore.

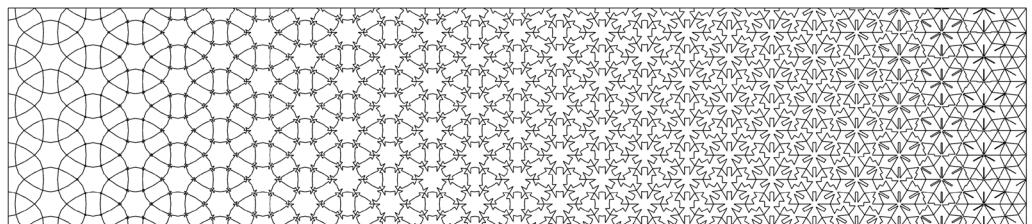
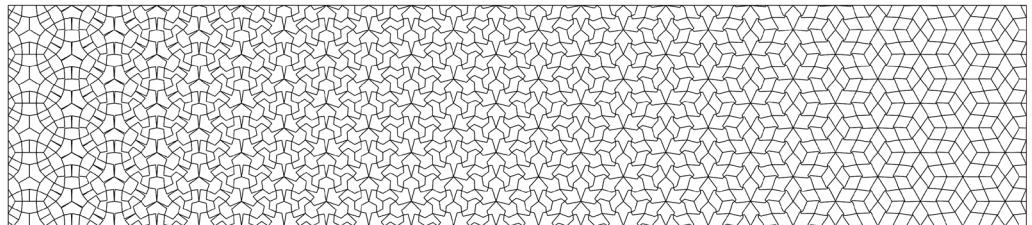
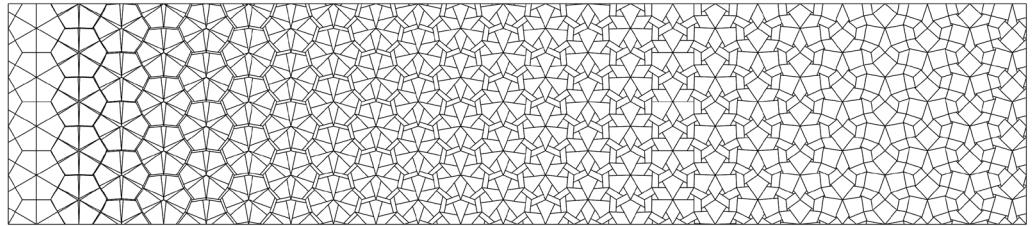



Fig. 4. *Parquet Deformations* evolute aggiungendo all'algoritmo di partenza elementari trasformazioni isometriche del modulo di base. Nel disegno computazionale regole semplici possono generare e controllare risultati molto complessi. Elaborazione grafica e algoritmo dell'autore.

complesso che richiede al progettista di "gestire e progettare sequenze, atmosfere, processi, ma anche e soprattutto trasformazioni" [Anceschi 2011, pp. 20-27], di immagini in divenire. Un simile orizzonte culturale costringe ad una riflessione sul ruolo odierno della disciplina del disegno, interprete della transizione e in continua osmosi con gli inevitabili processi di complessificazione che conseguono all'evoluzione storica e tecnologica. Il rinnovato interesse per le *Parquet Deformations* mostra come lo studio di nuove ipotesi didattiche e\o di ricerca non significhi rinunciare necessariamente ad esperienze del passato, bensì articolarle in un sistema teorico comune che non può più prescindere dalle potenzialità dell'informatica e dei sistemi di visualizzazione digitale che agiscono non solo sulle procedure, ma sugli stessi sistemi di pensiero che le governano.

Note

[1] William S. Huff (1927-2021) ha conseguito la laurea e il master all'Università di Yale. Ha frequentato la Scuola di Design di Ulm (*Hochschule fur Gestaltung*). All'attività didattica ha affiancato collaborazioni professionali con Louis I. Kahn e Philip Johnson.

[2] L'esperienza di Huff a Ulm inizia prima con due periodi da studente laureato tra il 1956 e il 1957 e successivamente con una posizione di docente ospite del corso Basic Design (*Grundkurs*) tra il 1963 e il 1968.

[3] Oltre che a Ulm, Huff ha insegnato per quasi quarant'anni presso la Carnegie Mellon University, il Carnegie Institute of Technology e la State University of New York (SUNY).

[4] La *Hochschule für Gestaltung* (HfG) era stata fondata a Ulm nel 1953 da Inge Aicher-Scholl, Otl Aicher e Max Bill, primo rettore della scuola. Bill, studente del Bauhaus dal 1927 è un sostenitore dell'orientamento estetico- formale di Gropius incentrato sulla *Lute Form* (buona forma). Non sono però chiari né i metodi né le metriche con cui sviluppare e validare la *Gute Form*, per cui nel 1956, Maldonado, portavoce di un gruppo di giovani docenti, propone una nuova metodologia di progettazione basata sul metodo scientifico e tesa alla realizzazione di prodotti tecnologicamente avanzati e socialmente utili. Questo spostamento da considerazioni estetiche verso l'integrazione con una pluralità di discipline emergenti quali le scienze dei materiali, l'usabilità, il marketing, la semiotica, intende il design come 'scienza operativa', e il designer come 'intellettuale tecnico'.

[5] Bonsiepe definisce elementi singenomorfi quelli deformati in modo affine e proiettivo, per cui un parallelogramma o un poligono regolare sarebbero rispettivamente deformazioni affini e proiettive di un rettangolo.

[6] Lewis Foreman Day (1845 - 1910) artista e designer britannico, figura fondamentale del movimento Arts and Crafts; Walter Crane (1845-1915) artista e illustratore inglese, considerato il più influente e uno dei più prolifici creatori di libri per

bambini della sua generazione. Entrambi sotto l'influenza di William Morris, si dedicarono all'attività dell'*Art Workers Guild* e all'*Arts and Crafts Exhibition Society*, che fondarono per portare prodotti estaticamente validi nella vita quotidiana di ogni classe sociale. A questo scopo dedicarono molta attenzione ai disegni per tessuti e carte da parati e alla decorazione delle case. Eugène Samuel Grasset (1841-1917) un pittore, incisore, pubblicitario e grafico francese di origine svizzera, tra i pionieri del Liberty. Laureatosi in architettura al Politecnico di Zurigo, nel 1871 si trasferisce a Parigi dove rivoluzione la progettazione grafica e le arti applicate.

[7] Sarà proprio il settimo capitolo (*The Theory of Transformations, or the Comparison of Related Forms*), dove lo scienziato esplora le "*continuous deformations*" che la pressione evolutiva esercita sulle specie viventi, ad ispirare ad Huff il nome *Parquete Deformations.*

[8] Craig S. Kaplan, matematico e professore associato presso la Scuola di Informatica dell'Università di Waterloo. Redattore associato ed ex caporedattore del *Journal of Mathematics and the Arts* e membro del consiglio di amministrazione della *Bridges Organization*. Sin dalla tesi di dottorato incentretata sulle tassellazioni si è interessato al rapporto tra matematica e arte.

[9] John Sharp matematico inglese *Visiting Fellow* presso il *London Knowledge Lab*. Si è occupato di chimica analitica e di sviluppo software, concentrandosi infine sul rapporto tra matematica e arte.

[10] Pur consapevole che nella risoluzione di un esercizio di *Parquet Deformations* lattice e griglia coincidano, Huff distingue il lattice come un insieme di punti, mentre le griglie come un insieme di linee.

[11] La scelta di non partire da un *prototile* poligonale ha in questo caso facilitato l'effetto trasformativo semplificando la decostruzione e ricostruzione dei diversi *prototiles.*

[12] Alcuni studi pionieristici stanno indagando una possibile traduzione tridimensionale delle Parquete Deformation.

[13] "*making it possible to process multiple layers of patterns such as social, economical, cultural, formal, etc., and their deformations simultaneously with desired precision*" traduzione dell'autore.

[14] La transizione consiste nella modulazione istantanea da una tonalità all'altra, vicina o lontana i cui accordi di tonica abbiano fra loro almeno un suono in comune. La definizione, se riportata alla pratica del disegno, descrive efficacemente le *Parquet Deformations*

[15] "these are principally temporal, non spatial composition" Traduzione dell'autore, da Hofstadter Op. cit.

Riferimenti bibliografici

Anceschi G. (2011). Oltre la grafica. In G. Camuffo, M. Della Mura (a cura di). *Graphic design Worlds/Words*, pp. 20-27. Milano: Electa.

Bonsiepe G. (1983). *Teoria e pratica del disegno industriale: elementi per una manualistica critica*. Milano: Feltrinelli.

Cirafici A. (2012). *Disegno e graphic design. Dall'investigazione grafica all'attribuzione di senso*. Napoli: La Scuola di Pitagora.

Crane W. (1914). *Line & form*. Londra: G. Bell.

Day L. (1915). *Pattern design-a book for students treating in a practical way of the anatomy: planning & evolution of repeated ornament*, pp. 29-40. Londra: B.T. Batsford.

Dürer A. (1528). *Vier Bücher von Menschlicher proportion* (3rd book). Akademie Verlag.

Garcia M. (2009). Prologue for a history, theory and future of patterns of architecture and spatial design. In *Archit Design*, n. 79, pp. 6-17.

Hofstadter D. (1983). *Metamagical Themas: questing for the essence of mind and pattern*, pp. 191-199. New York: Basic Books.

Huff W. (1965). *An argument for basic design*. J Ulm School Des.

Huff W. (1979). The Parquete Deformations. In T. McGinty (a cura di). *Best beginning design projects*, pp. 30-33. Milwaukee, WI: University of Wisconsin, Milwaukee.

Huff W. (1984). Geometrizzare e percettualizzare. In *Il contributo della scuola di Ulm*, p. 38.

Huff W. (2002). Defining basic design as a discipline. In G. Lugosi, D. Nagy (a cura di). *Symmetry: art and science*, vol. 2, pp. 91-99. Bruxelles: Sint-Lucas.

Krithivasan K., Das A. (1984). Treating terminals as function values of time. In M. Joseph, R. Shyamasundar (Eds.). *Foundations of software technology and theoretical computer science*. Bangalore, India, 13–15 December 1984, pp. 188–201. Berlino; Heidelberg: Springer-Verlag.

Maldonado T. (1976). *Disegno industriale: un riesame.* Milano: Feltrinelli.

Subramanian K.G., Revathi L., Siromoney R. (1989). Array grammars and applications. In *Int J Pattern Recogn*, pp. 3, 4; 333-351.

Thompson D.W. (1945). *On growth and form*. Cambridge: University Press-Cambridge.

Van Hoeydonck W. (2022). Past and Future of William S. Huff's Parquet Deformations. In W. Hoeydonck, C. Kern, E. Sommeregger (Eds.). *Space Tessellations: Experimenting with Parquet Deformations*, pp. 39-64. Berlino, Boston: Birkhäuser

Yazar T. (2017). Revisiting Parquet Deformations from a Computational Perspective: A Novel Method for Design and Analysis. In *International Journal of Architectural Computing*, vol. 15, n. 4, pp. 250-267.

Autore
Giorgio Buratti, Politecnico di Milano, giorgio.buratti@polimi.it

Per citare questo capitolo: Buratti Giorgio (2023). Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di Parquet Deformations/The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet Deformations Exercises. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 122-138.

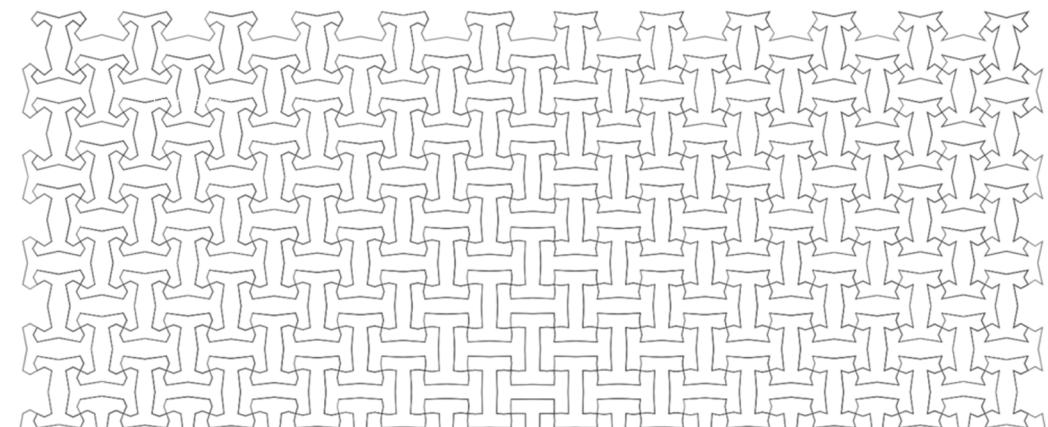
 Isbn 9788835155119

The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet Deformations Exercises

Giorgio Buratti

Abstract

Parquet Deformations is a paradigmatic exercise, introduced by William Huff at the Ulm School in the 1960s, to improve students' aptitude for investigating the configurational dimension of space through sequential pattern transformation. This paper proposes a multilevel reading of the exercise, starting from the historical, theoretical and artistic background to frame it later in a perspective of computational experimentation. The purpose is to highlight the pedagogical value of the exercise both as a tool of design thinking than as a valuable device for the contemporary nature of design, which is increasingly characterised by highly specialised application scenarios such as animation and interactive virtual environments that involve a temporal dimension.

Keywords
Parquet Deformations, Synthetic Geometry, Analytic Geometry, Huff

I at the centre, example of Parquet Deformations by Carnagie Mellon Univerity student David Oleson, 1964.

doi.org/10.3280/oa-1016-c285

Introduction

Design education has always aimed at developing the skills to formalise a problem through signs, then analyse its salient aspects and identify the necessary solving properties. Students' aptitude for investigating the configurational dimension of space, unveiling its relational, phenomenal and semantic systems has been trained over the decades through illustrated exercises reflecting the theoretical manifestations of a given period. Over the years, some activities (and thus some disciplinary focal points) have lapsed in favour of new practices, continuously adapting to the circumstances and historical context developments. The drawing exercises known as Parquet Deformations are an interesting exception of a training paradigm capable of maintaining its educational validity unchanged over time, offering continuous nuclei of reflection to this day thanks to the mutual cross-fertilisation with algorithmic modeling.
The naming is due to W. Huff [1], a lecturer at the HfG in Ulm [Huff 1965, pp. 12,13, 25-38] [2], who repurposed for his students an exercise he did during his time as a student of the *Grundkurs Course* taught by Maldonado. In the schedule of tutorials, Maldonado also proposed the planar tessellations study, delving into the continuous breakdown of the surface through modular and symmetrical structures ordered according to regulating principles. Huff, however, declines the theme in a completely autonomous and original way, placing it alongside the reiteration rules of the spatial transition concept, achieved by evolving the tiles along one or more dimensions. Parquet Deformations have been hand-drawn in European and American Architecture and Design courses for over thirty years [3], combining the syntactic-structural aspects of formal investigation with the aesthetic-perceptual ones. Beyond its didactic importance, these studies demonstrate the potential of design in its value as '*programma*' (from the Latin *programma -mătis*, 'to write before') capable of defining the path necessary to achieve a given project objective, starting from the boundary conditions to the activities to be undertaken organisation. Geometry is used here as a morphogenetic code that, as it develops, generates and induces the invention of the form of space, the operative premise of a conscious design act and the apex of the Bauhausian evolution of drawing, which of the free experimentation of artistic extraction progresses to a more precise definition of the elements, rules and objectives, emphasised according to Maldonado's operationalist declension [4]. It was the latter who wanted at Ulm the systematic grafting of scientific subjects into the determination of morphogenetic and compositional processes by the introduction into the curriculum of several disciplines at that time in an emerging phase: cybernetics, information theory, game theory, systems theory, and semiotics. For the Grundlehre (Basic Design course) this disciplinary introduction involves the study of Theories of Symmetry (which for Huff will basically be Singenometry [Bonsiepe 1983] [5]), Combinatorial Calculus and Fractals, Perceptology and Gestaltpsychologie. The contribution of this knowledge evolves the logical structure underlying drawing, which will increasingly take on the role of a tool for researching the causal link between problem and solution, by an innovative problem-solving approach that will become an essential reference point for many schools of Architecture and Design in the following years.

Historical references

Despite the appeal of Huff's proposed exercises and the expressive potential of the proposed method of geometric investigation, Parquet Deformations have not historically had any critical fortune. It is true, however, that essential methodological antecedents can be found in late nineteenth-century treatises by W. Crane, L. F. Day, and E. Grasse [Crane 1914, Day 1915, pp. 29-40] [6] who, in an industrial and manufacturing context, studied traditional Arabic and Oriental ornamentation in need to systematise decoration for textiles and upholstery. If we then delve deeper into the concept of transition and transformation, we can go back to the early 16th century, to Durer's studies on physiognomy, who in *Vier Bücher von Menschlicher proportion* introduces deformation grids as a method of control with which

to articulate a relativist notion of beauty based on the variation. This research would inspire d'Arcy Thompson, who, in the celebrated *On Growth and Form* would take up referential deformation grids as a tool with which to analyse, through precise parameters, the formal links between different animal species [Thompson 1945, pp. 1026-1095] [7]. Visual, if not methodological, references are also evident in some coeval artistic experiences. The most obvious connection is with the works of Mauritius Escher, particularly *Metamorphosis* and *Day and Night*, but it should not be forgotten that the transition and transformation of the form was also one of the founding themes of the Op-Art movement, closely linked to the Bauhaus school.
Even admitting these influences, it is worth highlighting the autonomy of Huff's research conducted not only for aesthetic purposes, but, above all, to experiment with a new systemic and methodological attitude, preparatory to the study of drawing considered here as an act of organising that is distinct from the moment of depicting. From this point of view, excluding the critical work of Douglas Hofstadter [Hofstadter 1983, pp. 191-199], which describes and comments on the generative process, the introduction of the temporal dimension and the emergent nature of Parquet Deformations, no noteworthy academic publications or studies result until the end of the millennium. Interestingly, after Hofstadter's publication, the rediscovered attention was initially from mathematics and computer science areas, such as computational theory and combinatorial optimization [Subramanian et al. 1989, pp. 333-351; Krithivasan, Das 1984, pp. 188-201]. Thus, the study of Parquet Deformations makes a comeback thanks to the advent of computational geometry, which uses algorithms and data structures designed to solve geometric problems using computers. Since the new millennium C. Kaplan [8] has delved into the mathematical principles of model deformations in his dissertation and several subsequent publications, J. Sharp [9] has developed a parallel research path that he will call Morphing Tilings. Thanks to the increased level of computer literacy among designers and researchers in the design disciplines, which has led them to investigate the processes underlying the operation of the computer, interest in geometric transitions has also been renewed, once again becoming an important research topic, capable of promoting those transdisciplinary processes necessary for the evolution of drawing education.

Parquet Deformations and computational approach

Parquet Deformations is a drawing exercise based on planar tessellation transition by transforming the basic module. From a geometric point of view, a tessellation is a composition of one or more basic units called 'tiles' (but also 'tassels') that can be replicated infinitely and which, having in common a vertex and a side, have the property of covering a surface without producing gaps or overlaps. A necessary condition is that the tile be a Euclidean plane shape, polygonal or curvilinear and topologically closed. In his exercises, Huff required adherence to two basic rules:

- The transformation must follow a single Cartesian axis, to highlight the transition's temporal progression.
- The pattern must always correspond to a regular tessellation (thus characterised by periodic symmetry for which there are at least two independent linear translations) at each transition point. Usually the structures suggested for the exercise were monohedral (the basic module always has the same shape and size).

During his research, Huff also deepens the structural and morphological elements of Parquete deformation by distinguishing them into:

- Lattice [10], the structure that governs the transition.
- Prototile, the basic unit of lattice that generates all variations of Parquete.
- Parquete Family, the different variations of the basic prototile that characterise the transition.

This taxonomy [Huff 1979, pp. 30-33] helps explain some properties of Parquet Deforma-

tions, but more is needed to describe any of the cases examined in this article uniquely. It is possible, for example, to define the 'Crossover' exercise (fig. 1), designed by student Richard Long in 1963, as a polygonal deformation of a single prototile that generates a Parquet Family of 14 elements based on a square monohedral latex and characterised by a double horizontal (or along the x-axis) variation. Despite this sentence fully describing the exercise under consideration, an unlimited number of variations could fit within this same definition. On the other hand, Huff never provided additional methods or strategies for resolving the exercise, leaving it up to the student to answer the problem independently. Only recently have some researchers about the project disciplines [Tuğrul Y. 2017; Van Hoeydonck 2022] joined Kaplan's studies in an attempt to classify Parquet Deformations, not by their intrinsic qualities but by their generative algorithm. They are thus distinguishable:

Algorithms based on synthetic geometry

Although the contemporary study of geometry is primarily oriented toward analytical methods, in the belief that only elementary results can be obtained with synthetic methods, in a computational context the use of ideal drawing tools such as the ruler and compasses, combined with logical arguments, can prove to be a versatile and efficient method. Measurements are not obtained numerically, but through 'compass movements' associated with Euclidean geometry's axioms, which relate each construction step to the previous one, describing the entire process in a sequential algorithm.

Algorithms based on analytic geometry.

This method exploits Cartesian coordinates to define the single prototile subsequently re-proposed based on the lattice. Formal sequential evolution is controlled by an algebraic operation or by subdivision of numerical intervals. Other mathematical models, such as scalar and vector fields, can also be exploited. Still, the use of analytic geometry involves the use of mathematical properties and distance between points or curves or surfaces to manage the transition.

Hybrid algorithms

They flexibly exploit rules and principles derived from the previous two approaches, unifying them through computer science. It is the most powerful analysis method because it shows a greater affinity with mental mechanisms for investigating and understanding the physical world, based primarily on aspects of logic. These algorithms do not present a linear flow of data but are characterised by points at which alternatives are possible, solved through Boolean logical operators. By acting directly on the data, it is possible to extend specific modeling or transformation operations to only some transition elements.
The Crossover algorithmic reconstruction presented here (fig. 2) exploits the latter method. This transition offers a degree of difficulty since it is not based on polygonal components [11], but generated by a sequence of point variations and, consequently, lines. Therefore, the organisational logic of the algorithm must predict all point positions and angular variations, exploiting the trigonometric formulas of the right triangle, collected in appropriate data trees and created to achieve the entire transformation. This information is usually invisible

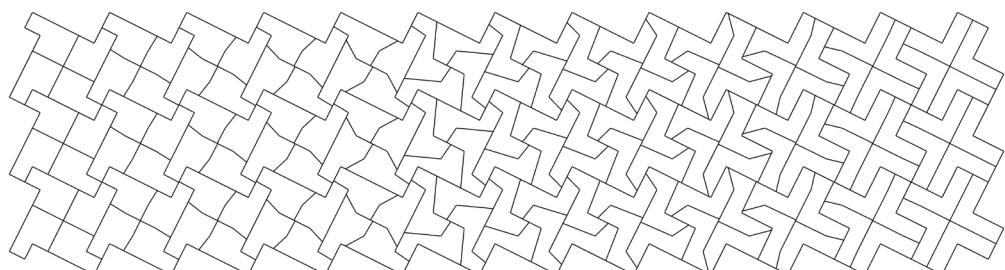



Fig. 1. *Crossover*, hand-drawn by Richard Long in 1963. Algorithmically redrawn by the author.

to the software user, hidden in the executable code that structures the program. Still, the visualisation and editing capabilities offered by Grasshopper allow control over the considerable number of points the exercise solves.

Conclusions

The experiments proposed in this paper (fig. 3) show how Parquet Deformations can still be a valuable teaching tool, capable of promoting the exploration of form through geometry and drawing, introducing students to the concepts of evolution, emergence and system. Huff's experience shows how computational principles transcend the use of computers but correspond to those categories of thought necessary to recognise the fundamental laws and relationships that structure the real world, proving how order and creativity are not opposites but reciprocal. The ability to distinguish in cause-and-effect relationships the constraints within which to act, to be overcome by one's creative action, is the inherent challenge of any design activity.
The Parquet Deformations' geometric basis and their transitions facilitate their integration into the algorithmic design and optimisation processes necessary for the optimal use of the processor. Although belonging to a generation that has lived with computer applications since birth, having grown up with the language of gaming and social networks, it is not automatic that the student understands the processes underlying the applications used daily. Drawing Parquet Deformations first by hand and then by computer induces the development of coherent strategies, taking the learner from being a 'passive' user of technology to a conscious subject with critical autonomy. The computational approach also pushes the research begun by Huff to explore previously unassailable levels of complexity (fig. 4). The direct link between quantitative analysis and graphical result, together with the admitted consistency and precision, promotes the view of complexity in terms of coherence, through the creation of increasingly sophisticated patterns that can be used at different operational scales. Beyond the formal articulation [Yazar 2022; Mottaghi, Khameneh 2022] [12], the method used here is extendable to other design levels, "making it possible to process multiple layers of patterns such as social, economical, cultural, formal, etc., and their deformations simultaneously with desired precision" [Garcia 2009, pp. 6-17].
The Parquet Deformations are also one of the rare instances in the field of hand-conducted drawing capable of capturing a temporal progression, in a dynamic dimension that produces the impression of a moving flow in the viewer. Huff himself speaks of 'visual music': in discussing the results with students, the researcher notes how terms referable to the composition of musical works such as rhythm, repetitions, intervals, fugues and transitions are predominantly used [13] realising that "these are primarily temporal and not spatial compositions" [Hofstadter 1983]. The irruption of temporal dimension in drawing and representation is today amplified by highly specialised application scenarios such as animations and interactive virtual environments, often not deepened by a general critical reflection on systems and outcomes. These "ever-evolving communicative systems" [Cirafici 2012] inevitably require the extension of the boundaries of a complex disciplinary field that requires the designer to "manage and design sequences, atmospheres, processes, but also and above all, transformations" [Anceschi 2011, pp. 20-27], of unfolding images. Such a cultural horizon forces reflection on today's role of drawing discipline, an interpreter of transition and in continuous osmosis with the inevitable processes of complexification that follow historical and technological evolution. Renewed interest in Parquet Deformations shows how the study of new teaching hypotheses and/or research does not necessarily mean renouncing past experiences, but instead articulating them in a common theoretical classification that can no longer disregard the potential of information technology and digital visualisation systems that act not only on procedures, but on the same methods of thought that govern them.

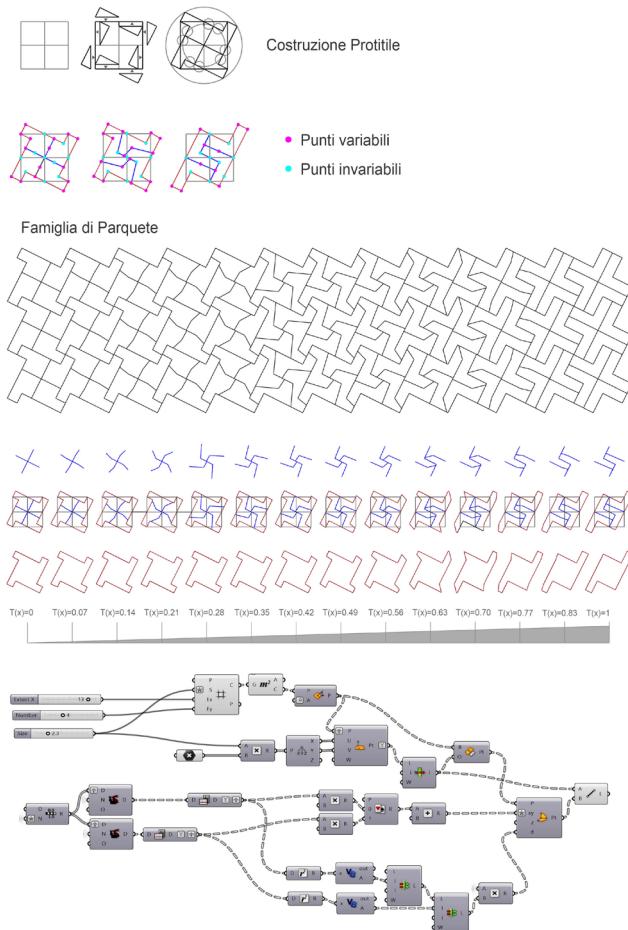



Fig. 2. Algorithmic generation of the Parquet Deformations *Crossover*. Graphic elaboration by the author, algorithm reworked by Yazar Tuğrul.

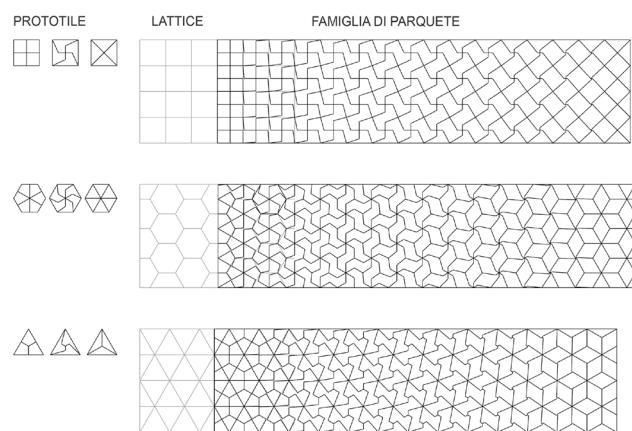



Fig. 3. The same algorithmic definition gives rise to different configurations by modifying basic parameters. Following Huff's rules starting from the same prototype, other transitions can be obtained on a square, hexagonal or triangular base lattice. The same pattern on a novel radial grid, converging at one point, requires repetition in both directions of the transition (bottom). Graphic elaboration and algorithm by the author.

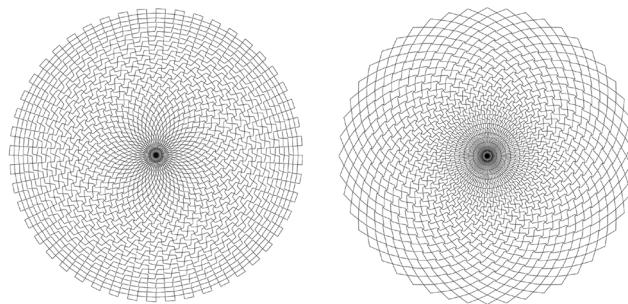
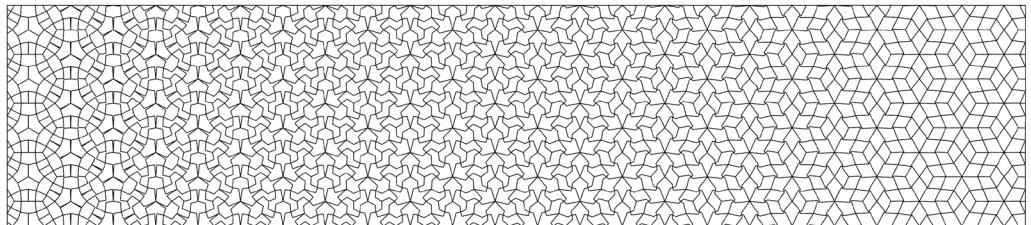
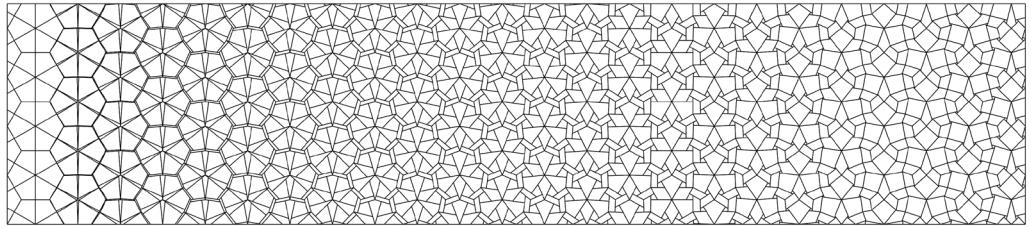
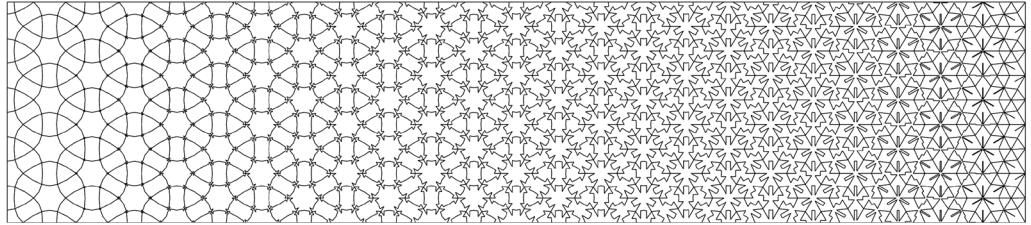



Fig. 4. Parquet Deformations evolved by adding elementary isometric transformations of the basic module to the starting algorithm. In computational design, simple rules can generate and control very complex results. Graphic elaboration and algorithm by the author.

Notes

[1] William S. Huff (1927-2021) attended Yale University, where he received bachelor's (1949, 1952) and master's (1972) degrees. He attended the Ulm School of Design (*Hochschule fur Gestaltung*) as a Fulbright Scholar. In addition to his teaching activities, he joined professional collaborations with Louis I. Kahn and Philip Johnson.

[2] Huff's experience at Ulm began first with two periods as a graduate student between 1956 and 1957 and then with a position as guest lecturer of the Basic Design course (*Grundkurs*) between 1963 and 1968.

[3] In addition to Ulm, Huff has taught for nearly four decades at Carnegie Mellon University, Institute of Technology and the State University of New York (SUNY).

[4] The *Hochschule für Gestaltung* (HfG) was founded in Ulm in 1953 by Inge Aicher-Scholl, Otl Aicher and Max Bill, the school's first dean. Bill, a student at the Bauhaus since 1927, is an advocate of Gropius's formal-aesthetic orientation centered on Lute Form (good form). However, neither the methods nor the metrics by which to develop and validate the Gute Form are straightforward, so in 1956, Maldonado, the spokesperson for a group of young teachers, proposed a new design methodology based on the scientific method and aimed at the creation of technologically advanced and socially valuable products. This shift from aesthetic considerations toward integration with a plurality of emerging disciplines such as material sciences, usability, marketing, and semiotics, understands design as an 'operational science' and the designer as a 'technical intellectual'.

[5] Bonsiepe defines syngenomorphic elements as those deformed affine and projective, whereby a parallelogram or a regular polygon would be affine and projective deformations of a rectangle.

[6] Lewis Foreman Day (1845-1910) was a British artist and designer, a key figure in the Arts and Crafts movement; Walter Crane (1845-1915) English artist and illustrator, was considered the most influential and one of the most prolific children's book creators of his generation. Both under the influence of William Morris, they devoted themselves to the work of the Art Workers Guild and the Arts and Crafts Exhibition Society, which they founded to bring ecstatically valuable products into the daily lives of every social class. To this end, they devoted much attention to designs for fabrics and wallpapers and the decoration of houses. Eugène Samuel Grasset (1841-1917) was a Swiss-born French painter, engraver, publicist and graphic designer, among the pioneers of Art Nouveau. After graduating in architecture from the Zurich Polytechnic, he moved to Paris in 1871, revolutionising graphic design and applied arts.

[7] It was precisely the seventh chapter (The Theory of Transformations, or the Comparison of Related Forms), where the scientist explores the 'continuous deformations' that evolutionary pressure exerts on living species, that inspired the name Parquete Deformations to Huff.

[8] Craig S. Kaplan, mathematician and associate professor in the School of Computer Science at the University of Waterloo. Associate editor, former editor-in-chief of the Journal of Mathematics and the Arts, and board member of the Bridges Organisation. Since his doctoral thesis focused on tessellations, he has been interested in the relationship between mathematics

and art. He conducts exciting research at the intersection of computer graphics, classical and computational geometry, and perceptual psychology.

[9] John Sharp, English mathematician, Visiting Fellow at the London Knowledge Lab. He has worked in analytical chemistry and software development, eventually focusing on the relationship between mathematics and art.

[10] Although aware that lattice and grid coincide in the resolution of a Parquet Deformations exercise, Huff distinguishes lattice as a set of points and grids as a set of lines.

[11] In this case, the decision not to start from a polygonal prototype facilitated the transformative effect by simplifying the deconstruction and reconstruction of the different prototiles.

[12] Some pioneering studies are investigating a possible three-dimensional translation of the Parquet Deformation.

[13] Transition is the instantaneous modulation from one tonality to another, near or far, whose tonic chords have at least one sound in the joint. The definition, when applied to the practice of drawing, effectively describes Parquet Deformations.

References

Anceschi G. (2011), Oltre la grafica. In G. Camuffo, M. Della Mura (Eds.). *Graphic design Worlds/Words*, pp. 20-27. Milan: Electa.

Bonsiepe G. (1983) *Teoria e pratica del disegno industriale: elementi per una manualistica critica*. Milan: Feltrinelli Editore.

Cirafici A. (2012). *Disegno e graphic design. Dall'investigazione grafica all'attribuzione di senso*. Naples: La Scuola di Pitagora.

Crane W. (1914). *Line & form*. London: G. Bell.

Day L. (1915). *Pattern design-a book for students treating in a practical way of the anatomy: planning & evolution of repeated ornament*, pp. 29-40. London: B.T. Batsford.

Dürer A. (1528). *Vier Bücher von Menschlicher proportion* (3rd book). Akademie Verlag.

Garcia M. (2009). Prologue for a history, theory and future of patterns of architecture and spatial design. In *Archit Design*, No. 79, pp. 6-17.

Hofstadter D. (1983). *Metamagical Themas: questing for the essence of mind and pattern*, pp. 191-199. New York: Basic Books.

Huff W. (1965). *An argument for basic design*. J Ulm School Des.

Huff W. (1979). The Parquete Deformations. In T. McGinty (Ed.). *Best beginning design projects*, pp. 30-33. Milwaukee, WI: University of Wisconsin, Milwaukee.

Huff W. (1984). Geometrizzare e percettualizzare. In *Il contributo della scuola di Ulm*, p. 38.

Huff W. (2002). Defining basic design as a discipline. In G. Lugosi, D. Nagy (Eds.). *Symmetry: art and science*, Vol. 2, pp. 91-99. Bruxelles: Sint-Lucas.

Krithivasan K., Das A. (1984) Treating terminals as function values of time. In M. Joseph, R. Shyamasundar (Eds.) *Foundations of software technology and theoretical computer science. Bangalore, India, 13-15 December 1984*, pp. 188-201. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag.

Maldonado T. (1976). *Disegno industriale: un riesame.* Milan: Feltrinelli.

Subramanian K.G., Revathi L., Siromoney R. (1989). Array grammars and applications. In *Int J Pattern Recogn*, pp. 3,4; 333-351.

Thompson D.W. (1945). *On growth and form*. Cambridge: University Press-Cambridge.

Van Hoeydonck W. (2022). Past and Future of William S. Huff's Parquet Deformations. In W. Hoeydonck, C. Kern, E. Sommeregger (Eds.). *Space Tessellations: Experimenting with Parquet Deformations*, pp. 39-64. Berlin, Boston: Birkhäuser.

Yazar T. (2017). Revisiting Parquet Deformations from a Computational Perspective: A Novel Method for Design and Analysis. In *International Journal of Architectural Computing*, Vol. 15, No. 4, pp. 250-267.

Author

Giorgio Buratti, Politecnico di Milano, giorgio.buratti@polimi.it

To cite this chapter: Buratti Giorgio (2023). Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di Parquet Deformations/The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet Deformations Exercises. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 122-138.

Isbn 9788835155119